

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОНА

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 4101 группы
направления 27.03.02 «Управление качеством»
института физики

Мажарова Николая Николаевича

Научный руководитель,
доцент, к.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

Зав. кафедрой,
д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

подпись, дата

О.Р. Матов

инициалы, фамилия

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2023

Введение. Строительство – это одна из самых крупных и ключевых отраслей производства в России. Имея большую историю и широкий спектр продуктов и услуг, она продолжает развиваться, поэтому модернизация процессов менеджмента качества в данной области является актуальной задачей.

Весомой частью строительной отрасли является производство материалов, в частности бетона и бетонных смесей и конструкций из них. Система менеджмента качества (СМК) на вышеуказанных производствах отвечает не только за конкурентоспособность компании на рынке сбыта товара, но и за безопасность итоговых конструкций и изделий, изготавливаемых из производимых материалов.

Положительные изменения в СМК приводят к улучшению процессов например: снижению последствий риска, экономической выгоде и снижению трудозатрат.

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация в системе контроля качества на производстве строительных материалов.

На основе поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- ознакомиться с базовой и нормативной документацией;
- произвести выбор метода контроля качества для усовершенствования;
- сформировать предложения по модернизации и провести испытание;
- проанализировать полученные результаты.

Выпускная квалификационная работа занимает 46 страниц, имеет 24 рисунка и 7 таблиц.

Обзор составлен по 20 информационным источникам.

Во введение рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Первый раздел представляет собой аналитический обзор литературы в области строительства, в частности бетонное производство. Состоит из 5 глав: Бетон и бетонная промышленность; Технология производства бетонных смесей; Нормативная документация; Классификация бетона; Правила приемки

Во втором разделе работы производится анализ нормативной документации, выбор метода контроля качества и его практическая отработка для формирования выводов. Состоит из 4 глав: Методы испытания бетона на прочность; Отрыв со скалыванием; Полезная модель; Проведение измерений.

Основное содержание работы

Бетон и бетонная промышленность. Почти одновременно английский масон Иосиф Аспдин в 1824 г. и русский строитель Е. Г. Челиев в 1822 г. объявили миру о новом типе цемента. Рецепт цемента: смесь измельченного известняка и глины нагревали в печи, а затем полученную смесь измельчали в порошок. Бетон в современной трактовке – это искусственный камень, полученный в процессе твердения эффективно подобранной смеси цемента (вяжущего элемента), воды, мелкого и крупного заполнителя и, при необходимости, специальных добавок. Бетонная смесь – это материал, который состоит из цемента, песка, щебня и воды, а также могут добавляться различные добавки, такие как пластификаторы, антифризы и т.д. Он является основой для приготовления бетона, но еще не является готовым продуктом [1].

Завод для производства бетонной смеси включает в себя следующие процессы:

1. Прием и анализ заявок на производство бетона. В этом процессе специалисты завода оценивают объем работ, необходимые ресурсы, устанавливают требования к качеству бетона и т.д.

2. Подготовка смеси и производство бетона. В этом процессе специалисты завода выполняют расчеты, подготавливают ингредиенты, производят и контролируют процесс перемешивания, транспортировку и отгрузку готового продукта.

3. Управление материальными и финансовыми ресурсами. В этом процессе специалисты завода контролируют расходы, управляют инвестициями и занимаются финансовым учетом.

4. Обеспечение качества бетона и испытания продукта. В этом процессе проводятся лабораторные и полевые испытания, анализируется качество бетона и устанавливаются дополнительные требования.

5. Проведение научно-исследовательских работ. В этом процессе специалисты завода занимаются разработкой новых технологий, находят пути оптимизации процессов производства, изучают спрос на продукты и т.д.

Технология производства бетонных смесей. В процессе производства бетона сначала осуществляется загрузка необходимых материалов в силосы – крупнозернистого заполнителя (гравий, щебень) и мелкозернистого (песок). Затем добавляются цемент и дополнительные компоненты (примеси, воды). Все компоненты проходят через весовое оборудование, которое определяет точные пропорции компонентов для создания качественной бетонной смеси. Далее компоненты выгружаются на конвейеры, которые транспортируют смесь к миксеру. В миксере происходит окончательное смешивание компонентов, чтобы получить однородную бетонную смесь, готовую к использованию на стройплощадке [2].

Нормативная документация. Для контроля качества выпускаемого продукта производители бетона руководствуются рядом государственных стандартов, ниже некоторые из них:

ГОСТ 18105-2018, определяет правила измерения прочности бетона заданного проектного возраста, распространяется на все виды бетона

ГОСТ 7473-2010, определяет соответствие тяжелого бетона составу, заданному качеству, также вводит основные термины и определения. Согласно этой норме, бетонная смесь может быть: тяжелого бетона, мелкозернистого бетона, легкого бетона. ГОСТ трактует марку бетона, контролирует приготовление и производство бетонных смесей, правила приемки и поставки, методы испытаний и соответствие показателей качеству. Кроме того, документ регулирует отношения между заказчиком, производителем и потребителя бетонных смесей.

ГОСТ 10180-2012, в нем описываются методы определения предела прочности бетонов на сжатие, осевое растяжение, а также растяжение при раскалывании и изгибе. Устанавливается, какие образцы могут быть применены для контроля, наибольший размер зерен наполнителя, регламентируется проведение отбора проб бетонной смеси, испытаний.

ГОСТ 10181-2014 в этом государственном стандарте указаны правила отбора проб (контрольных образцов) и методы определения удобоукладываемости, средней плотности, пористости, расслаиваемости, температуры и сохраняемости свойств строительного материала. Описывается обработка полученных в ходе испытаний результатов.

Классификация бетона Бетон может быть классифицирован по различным критериям. Некоторые из наиболее распространенных классификаций включают: основное назначение; стойкость к видам коррозии; вид вяжущего; вид заполнителей; структуре; условия твердения; прочность; темп набора прочности; средняя плотность; морозостойкость; водонепроницаемость; истираемость.

Правила приемки. Приемка бетонных смесей должна проводиться согласно требованиям ГОСТ 26633-2012 "Бетоны. Правила приемки". При производстве бетонных смесей контроль качества высокопрочного бетона проводится непосредственно на предприятиях, производителей бетонных смесей. Используют два основных вида контроля:

1. контроль косвенных показателей качества бетона по удобоукладываемости, средней плотности и другим дополнительным технологическим показателям качества бетонных смесей;

2. контроль прямых показателей качества бетона по прочности в партиях, морозостойкости, водонепроницаемости и другим нормируемым показателям качества бетона по контрольным образцам.

Контроль качества по контрольным образцам проводят для каждой партии бетонной смеси согласно. Образцы изготавливаются и испытываются

сериями. Число образцов в серии принимают, в зависимости от внутрисерийного коэффициента вариации прочности бетона.

Методы испытания бетона на прочность. Испытание бетона на соответствие заявленным в проекте характеристикам – обязательное мероприятие, которое напрямую влияет на качество и долговечность возводимого объекта. Пробы бетонной смеси отбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 10180 и ГОСТ 10181 залитые в формы по ГОСТ 22685. Существует несколько методов испытания бетона на прочность

Метод испытания на сжатие является наиболее распространенным методом для определения прочности бетона. Он заключается в том, чтобы нанести на образец бетона нагрузку с помощью специального оборудования и затем измерить силу, необходимую для разрушения образца. Эта сила сравнивается с площадью поверхности образца, чтобы определить прочность бетона.

Метод испытания на изгиб используется для определения прочности бетона в условиях изгиба. Для этого на образец бетона наносится нагрузка, которая создает изгибающий момент. Затем измеряется сила, необходимая для разрушения образца, и определяется прочность бетона.

Метод испытания на отрыв со скалыванием используется для определения прочности бетона в условиях сцепления. Для этого на поверхность бетона наносится небольшая нагрузка, а затем измеряется сила, необходимая для отрыва кусочка бетона. Эта сила сравнивается с площадью поверхности, на которой нагрузка была наложена, чтобы определить прочность бетона.

Метод испытания на ударную вязкость используется для определения устойчивости бетона к ударным нагрузкам. Для этого на образец бетона наносится удар с помощью специального прибора, а затем измеряется энергия, поглощенная образцом. Эта энергия сравнивается с энергией удара, чтобы определить устойчивость бетона к ударным нагрузкам [3].

Отрыв со скалыванием. Принцип этого метода заключается в том, чтобы нанести на поверхность бетона небольшую нагрузку и затем измерить

силу, необходимую для отрыва кусочка бетона. Эта сила сравнивается с площадью поверхности, на которой нагрузка была наложена, чтобы определить прочность бетона [4]. Испытания проводят в следующей последовательности:

- если анкерное устройство не было установлено до бетонирования, то в бетоне выполняют отверстие, размер которого выбирают в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора в зависимости от типа анкерного устройства;

- в отверстие закрепляют анкерное устройство на глубину, предусмотренную инструкцией по эксплуатации прибора, в зависимости от типа анкерного устройства;

- прибор соединяют с анкерным устройством;

- нагрузку увеличивают со скоростью 1,5-3,0 кН/с;

- фиксируют показание силоизмерительного прибора и величину проскальзывания анкера (разность между фактической глубиной вырыва и глубиной заделки анкерного устройства) с точностью не менее 0,1 мм

Для проведения испытания на прочность бетона отрыв со скалыванием требуется специальное оборудование, включающее в себя крепление-систему, прибор для измерения нагрузки и инструмент для скалывания кусочка бетона.

Средства контроля – при испытании бетона в конструкциях для определения его прочности методом отрыва со скалыванием могут применяться анкерные устройства

Приборы для вырыва анкерных устройств совместно с фрагментами бетона должны обеспечивать

- направление усилия вырыва по оси анкера и равномерное возрастание нагрузки до отрыва фрагмента бетона или до заданного контрольного уровня = $P_{\text{контр}}$;

- плавное нагружение анкерного устройства со скоростью возрастания нагрузки не более 3 кН/сек и не менее 1,5 кН/сек;

- свободный вырыв бетона;

- измерение значения усилия вырыва с погрешностью не более $\pm 2\%$ [5].

Полезная модель. Один из методов испытаний на прочность, отрыв со скалыванием, был модернизирован для упрощения процесса.

Поставлены два вопроса остается ли система менеджмента компетентной после изменений, то есть осталась ли корреляция между испытаниями на прочность; какому полезному результату привели изменения.

Процесс стандартного метода испытания отрыв со скалыванием, как описывалось выше, предполагает последовательность действий: высверливание шпура и монтаж анкера в испытуемый образец.

Для вышеуказанной процедуре монтажа анкерного устройства мной был предложен к подготовке испытаний строительный монтаж пистолет с дюбель гвоздями, который устанавливается с использованием патронов с энергоотдачей от 300 до 700 Дж.

Данная модернизация позволяет исключить использование недолговечного и дорогого анкерного устройства за счет его замены на бюджетный и простой дюбель-гвоздь.

Выбуривание отверстия с помощью высверливающего устройства предполагает точное соблюдение осевых направлений, в противном случае анкерное устройство не вырвется со скалыванием., также необходимо тщательно удалить пыль и остатки бетона из отверстия. Временные затраты при работе с монтажным пистолетом снижаются с 4-5 минут до одной минуты.

Кроме усовершенствования рабочего процесса, данная модернизация выгодна экономически. Стоимость одного испытания напрямую зависит от цены анкера или дюбель гвоздя, так как цена инструмента для высверливания шпура (перфоратор) и его амортизация сравнимы с предложенным аналогом в виде монтажного пистолета. Стоимость одного анкерного устройства по составляет порядка четырёх тысяч рублей; цена дюбель гвоздя – двадцать рублей.

Проведение измерений. Для расчета прочности бетонной смеси марки М400(В30), проводятся два вида испытаний: отрыв со скалыванием в двух исполнениях (1 – с помощью высверливающего устройства; 2 – с помощью

монтажного пистолета), и разрушающим методом на определение фактической прочности.

1. Из партии бетона отобрана бетонная смесь и сделаны контрольные образцы размером 100x100мм;

2. Проведено 2 серии по 8 испытаний (по одной серии на метод) на отрыв со скалыванием

3. Проведены 2 серии по 8 испытаний с помощью испытательной пресс -машины на разрушающую нагрузку кН

4. Рассчитаны по формуле значения прочности бетона на сжатие

5. Рассчитана фактическая прочность бетона из двух серий испытаний, также ее значение необходимо для расчета прочности отрыва со скалыванием

6. Для проверки совпадения данных двух методов рассчитан критерия корреляции Пирсона по формуле

Заключение. В ходе данной работы мной был предложен усовершенствованный способ контроля качества бетона – отрыв со скалыванием: заменен инструмент в испытании, сняты прочностные характеристики и произведены обсчеты по требованиям нормативной документации.

Полученные результаты свидетельствуют, что предложенное изменение в испытаниях коррелируется с результатами испытаний по ГОСТ и табличными значениями характеристик прочности бетона., а также упрощенная процедура монтажа позволяет выявить экономию трудозатрат и стоимости самого испытания.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты:

- Значение фактической прочности в соответствии с ГОСТ для марки М400 или класса В30 $R_m=37$ МПа $\pm 8\%$. Оба полученных значения укладываются в нормативные;

- Все 16 полученных значений прочности на отрыв со скалыванием для марки М400 или класса В30, укладываются в установленные требования $R_m=37 \text{ МПа} \pm 8\%$;

- Рассчитанный коэффициент корреляции значением 0,9 показывает сильную зависимость двух видов испытаний прочности на отрыв со скалыванием.

Список использованных источников

1 Попов, К. Н. Строительные материалы и изделия / К. Н. Попов, М. Б. Кацко. – М. : Высш. шк., 2001. – 367 с.

2 Потапова, Е. Н. Производство цемента / Е. Н. Потапова, М. А. Волосатова // Энциклопедия технологий. Эволюция и сравнительный анализ ресурсной эффективности промышленных технологий / гл. ред. Д. О. Скобелев. М. ; СПб. : Реноме, 2019. – С. 455-514.

3 ГОСТ 10181-2014. Межгосударственный стандарт. Смеси бетонные. Методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2015. – 22 с.

4 Патраков, А. Н. Определение прочности бетона методами разрушающего и неразрушающего контроля / А. Н. Патраков, А. В. Букин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2010. – № 1. – С.89-94.

5 ГОСТ 31914-2012. Межгосударственный стандарт. Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. – М. : Стандартинформ, 2014. – 14 с.